



# 科大首證「光前驅波」 打開「光通訊」新路

## 不再只限光纖 其他波長也可通訊變相加速

香港文匯報訊(記者 黃德正)早在百多年前,已有科學家提出「光通訊」理論,原理是把訊息編制在光脈衝內,再透過媒介傳訊。但由於一直以來都合無適媒介,光脈衝未及傳至目的地,已消失得無影無蹤,令「光通訊」成為空中樓閣,難以付諸應用。直至45年前,「光纖之父」高錕研究出高純度光纖,成功解決光能量消耗的問題,打開「光通訊」通道。香港科技大學物理學系助理教授杜勝望的研究團隊,去年成功首證「光前驅波」(Optical Precursor)的存在,打開「光通訊」第2條通道。相信未來20年內,「光通訊」不會再受任何媒介限制,為「光通訊」帶來革命性的突破。

光纖是現時最具效率的「光通訊」媒介,也是實現「光通訊」的重要元素。但其實,光脈衝研究本身也對「光通訊」有決定性影響。1914年,Sommerfeld和Brillouin兩位物理學家提出「光前驅波」的理論,即是傳遞訊息的光脈衝最前端的波前能作訊息傳遞的先鋒。但由於一直未有人能單獨分離出光脈衝和「光前驅波」,因此一直未有人能證實「光前驅波」的存在。舉例說,光脈衝就如巨浪,而「光前驅波」就是浪浪者;後者則一直「帶領」着巨浪前進。

### 損耗極小 不受媒介限制

杜勝望及其研究團隊去年利用激光和冷卻原子,成功引證「光前驅波」的存在,也是首隊成功研究的隊伍。他們也發現,只要發送器和接收器的速度夠快,便能將「光前驅波」的損耗控制至極小,使「光通訊」能不受媒介限制,甚至可以做到「不用光纖的光通訊」。

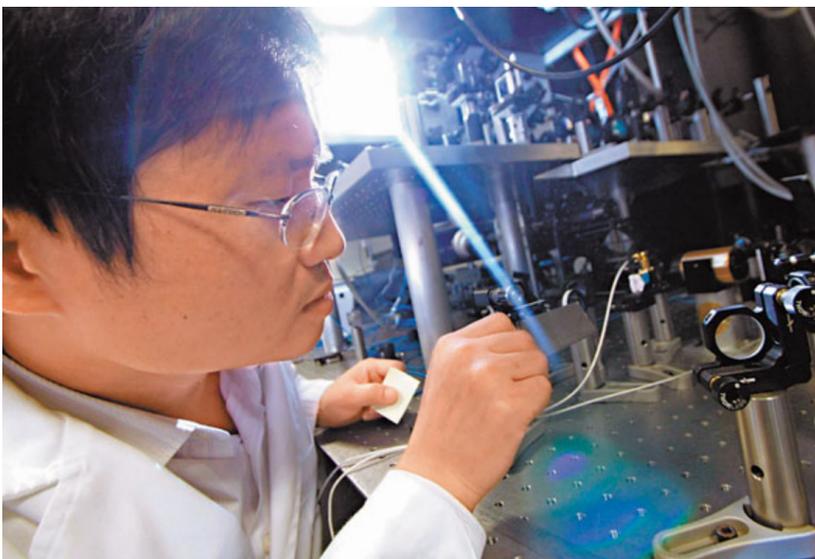
杜勝望解釋,現時只有波長1.5微米左右的光脈衝才能用於光纖通訊,因為其他波長的光脈衝均會在傳訊過程中消耗。而「光前驅波」速度快,令光脈衝即使在光損耗較大的媒介中傳輸,也能保持足夠能量完成通訊。他舉例指,如果要開通0.8微米波長的光脈衝,發送器和接收器的速度若短於1皮秒(picosecond,即萬億分之一秒)便可實現。

### 等同加「隧道」 傳送更多訊息

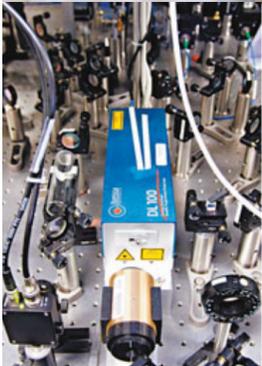
換言之,「光前驅波」能夠加開光脈衝的通道,使原本損耗較大波長的光也可用於通訊。原本只在1.5微米波長的光傳輸的訊息,也可在其他波長的光傳輸。因此,利用同等時間,能傳送更多訊息,變相為「光通訊」加速。即如一條隧道,假設20分鐘內,只可以行駛30輛汽車;但如果開通至兩條隧道,同樣是20分鐘,便可以讓逾30輛車通過。

### 水底牆壁亦難阻光訊息傳播

雖然「光前驅波」的基礎研究已取得突破性成果,但杜勝望補充,現時在技術上暫未能把「光前驅波」應用於通訊層面。現時商用技術只達到要求的1/20,「但是現代化的技術日新月異,極有可能在未來的10至20年內達到皮秒的速度。」屆時,除光纖外,所有媒介都可以用作「光通訊」,「水底的水底直接光通訊也不只是夢想,甚至牆壁也阻擋不了光訊息的傳播。」



杜勝望去年成功首證「光前驅波」的存在,打開「光通訊」的第2條通道,為「光通訊」帶來革命性的突破。  
香港文匯報記者彭子文 攝



圖為「光前驅波」的研究儀器。香港文匯報記者彭子文 攝

### 通訊效能比較

	無線電	光纖	「光前驅波」
可應用範圍	WiFi無線通訊	有線光通訊	無線光通訊
波長	10米	1.5微米	理論上可用於所有波長
頻率(速度)	5千萬至10億赫	約50兆赫	估計高於50兆赫
優點	無線傳輸,較方便	速度快,覆蓋面廣	比光纖更貼近光速,不受載體影響效能
缺點	較慢速,覆蓋面窄	有光耗損,由32至95米	對硬件要求高,未能百分百盡用光脈衝



「光纖之父」高錕研究出高純度光纖,成功解決光能量消耗的問題,打開「光通訊」的通道。  
圖為高錕手執光纖。資料圖片

## 量子通訊加密 百分百防截聽

香港文匯報訊(記者 黃德正)不少電影、電視均有描述特工、間諜偷聽、竊取機密資料的橋段。他們更可以無聲無息監視目標,彷彿無處不在。但原來只要利用「量子通訊」為光訊息加設密碼,便能做到百分百保密。屆時,一旦有第3者截取通訊,量子密碼便會響起「警號」,一切截聽行為無所遁形。

### 1粒光子通訊 竊取者難下手

我們身處的社會中瀰漫着「訊息」。大氣、光纖、聲音等等,都載着「訊息」,「只要用一條天線就可以接收到別人的訊息。」杜勝望解釋,人們利用光進行通訊時,會有極大量的光子同時在光纖內行走,盜取訊息者只要不破壞、干擾通訊,就能神不知鬼不覺竊取資料,「如果他只偷了100分之1的光子訊號,當事人當然不知被偷。但如果整個通訊過程只有1粒光子,稍有風吹草動,受監視者則能馬上知悉。」

杜勝望所指的就是「量子通訊」,透過「量子糾纏」現象為通訊加密。通訊雙方在聯絡時,只需要用1粒光子傳輸訊息;而另1粒相應的光子就留在發訊者之處,即使兩粒光子相距千里,只要負責傳訊的光子受到干擾,另1粒光子就會受到影響。發訊者就會得知自己已被截聽,著名科學家愛因斯坦曾形容這個「量子糾纏」是「鬼魅似的遠距作用」(spooky action-at-a-distance),使任何截聽者無所遁形。

## 理論出現近百年 激光冷卻助「現身」

香港文匯報訊(記者 黃德正) Sommerfeld和Brillouin於1914年提出「光前驅波」理論,指出「光前驅波」是訊息傳遞中最快、最貼近光速的部分。但由於過去未有人成功把它從光脈衝中分離出來,因此「光前驅波」只是紙上概念。

雖然,過去不斷有科學家觀察到微波和聲波的「前驅波」的影子,但由於未能在從光脈衝中,把「光前驅波」單獨分離,因此在光通訊層面一直無用武之地。至2006年,美國的杜克大學首先用激光冷卻的原子進行研究,為研究工作帶來曙光。

### 電磁誘導透明 分離光前驅波

杜勝望的研究團隊參考杜克大學的做法,透過激光冷卻方法,形成高光學厚度和更穩定的冷原子團。而原子的溫度只有0.0001K,然後利用「電磁誘導透明」技術,成功把光脈衝和「光前驅波」分離,讓「光前驅波」確實呈現眼前,正式確立「光前驅波」於光通訊的地位。其研究結果發表於物理學的權威雜誌《物理評論快訊》(Physical Review Letter)。

## 20年內或打破光纖神話

香港文匯報訊(記者 黃德正)光速是現時已知的最快速度,每秒速度高達近30萬公里。用光作為訊息載體,自能令訊息飛速傳播至世界每一角落。其實早在1880年,電話發明家貝爾(Alexander Graham Bell)已提出光能夠傳輸聲音,是發現光通訊的先驅。但礙於技術所限,當時的媒介令光脈衝在傳輸過程中損耗、散失,訊息傳送範圍只有20多米,大大影響光通訊效能。因此光通訊一直未能付諸應用,漸漸被遺忘。

至60年代初,高錕開始着手研究利用光學玻璃纖維(光纖)作為光通訊的媒介。但由於當時光纖內的雜離子會把光脈衝吸收、擊散,其「玻璃纖維損耗率」高達每

公里200至1,000分貝,難以應用於通訊。其後他發現「石英玻璃纖維」的提煉過程中,能產生極高純度的玻璃,將損耗率大減至每公里20分貝,足夠容許1.5微米左右波長的光進行光通訊。高錕於1966年發表論文《光頻率介質纖維表面波導》,為光通訊帶來革命性進步,也為他戴上諾貝爾物理學獎桂冠。

若科學家將來成功應用「光前驅波」,令其他波長的光也能通訊,有機會顛覆光通訊只限於光纖的概念,甚至能在任何媒介都可以用作光通訊。高錕過去曾言,光纖在未來1,000年仍會被應用,這神話或能於20年內被打破。

## 青少年成長與網絡危機



亞傑小學成績不俗,在中學仍可入讀精英文班;可是班上的「對手」比小學的更加強勁,漸漸追不上課程。他遂轉至網絡世界,透過玩網絡遊戲減壓。他不善與人交往,故選擇透過網上聊天室交友。其間與一名女孩子迅速發展戀情,但彼此了解不深,亞傑亦不懂如何與異性相處,戀情很快便結束。他又失落了一段時間,令成績更加糟糕。

### 父母制止上網 親子關係緊張

看到兒子的情況,父母除擔心兒子在網上誤交損友而影響學業外,亦懷疑他曾瀏覽色情網頁,因而扭曲了性觀念,故父母嘗試用不同的方法去制止亞傑上網。結果,親子關係變得緊張。

其實在青少年成長的階段,學業成績與自信心有莫大關連。以亞傑為例,升上中學後成績倒退令他的自信心受到打擊,加上面對沉重的讀書壓力。起初打機只為減壓,卻在不知不覺當中透過網絡遊戲獲取成就感。而網絡遊戲既有美輪美奐的畫面,也給予他官能上的刺激。

### 網上交友 填補心靈空虛

踏入青春期,除了身體的荷爾蒙開始轉變之外,青少年開始追求愛與被愛的感覺。對於個性內向、社交圈子狹窄的青少年,網上交友似乎在一定程度上填補了他們心靈上的空虛與寂寞感。

### 訂上網規則 親子嚴守教自律

作為家長,可嘗試以輕鬆的態度與子女傾談,不應只着重子女的學業成績。而是了解子女內心的真正需要,並因應子女不同的成長階段調節管教方法,例如家長可以「協商」的形式與子女一起訂立上網時應遵守的規則,雙方均要嚴格執行,如有不協調之處,雙方可再次協商,家長就可以從中教導子女自律。

若家長對互聯網世界有一定的認識,就可在日常生活中作言傳及身教,讓子女對網絡危機有所了解,避免他們因一時的疏忽而誤入陷阱。有見及此,本會將舉辦家長講座,讓家長認識如何協助子女健康使用互聯網,有興趣人士可致電25495106查詢。

撰文:香港家庭福利會註冊社工 謝少蘭  
網頁: www.hkfw.org.hk 小題為編輯所加



## 90日慳電4.21% 城大節能賽奪冠



黃家裕(右二)代表城大領取「知慳惜電」動減用量大獎(公司組)冠軍。  
圖為黃家裕與劉社鋒(右一)、陳力臣(左一)、蔡敬儀合照。城大提供圖片



梁國堅把屋內電燈全換上環保LED燈,並使用智能拖板,以慳電減排,落實低碳生活。地球之友提供圖片



「冷氣退熱貼」把水引入系統內製冷,並當作冷氣之用,節省用電。香港文匯報記者黃德正 攝

香港文匯報訊(記者 黃德正、鄭佩琪)世界自然基金會數字顯示,香港人每年平均碳排放量為13噸,處於世界極高水平。香港城市大學10多年前已着手推行減排、節能措施,務求打造低碳校園,把環保融入日常生活,成為學界的減排先驅。學生平均碳排放量僅為1噸,較港人平均碳排放量低逾90%。城大於今屆香港地球之友舉辦「知慳惜電」節能比賽中,首奪「知慳惜電」動減用量大獎(公司組)冠軍;未來將成立「可持續發展辦公室」,全面把校園打造成環保實驗場。

城大於今年6月至9月,連續90天的用電量較去年同期節省4.21%,即659,757度電(千瓦時),相當於減少排放約462公噸二氧化碳,較大會要求節省的2%高逾1倍,因此於比賽中獲獎。

城大校園發展及設施管理處處長黃家裕表示,城大約於95年開始進行減排工作,97年更獲高錕教授頒獎,表揚學校支持環保。城大於03開始首個「5年計劃」,以減少耗用7%能源為目標,最終成功節省7.7%。

### 太陽能熱水系統省60%能源

該校於09至11年制定「3年計劃」,希望減少排碳4%,於今年已提早達標。為此,城大過去加設不少節能設備,包括太陽能熱水系統,利用真空管收集陽光,以轉化得來的熱能煲水,存於隔熱缸內,供體育館使用者沐浴;今年更會引入宿舍,料可省60%能源。

### 推行減排後年省300萬

另一項被稱為「冷氣退熱貼」的相變材料熱蓄能系統,晚上用冷氣機把水結冰,以收集冷能量;早上則以冷能量製冷,節省電力。推行減排後,城大每年為校園節省300萬元。

慳電減排人人有責,市民也可從日常生活著手落實低碳生活。從事電訊業的梁國堅本是「耗電分子」,家中電腦及其他電子產品24小時長開不關機。他後來學懂環保,把屋內電燈連連相換上環保LED燈,並只於晚間開燈,實行「祖先也環保」。結果,電費由每月1,500元,跌至700元,比賽期間減少耗電約1,550度,贏得比賽「住宅組」至尊大獎。